

WELLE-NABE-VERBINDUNGEN

Jörg Meyer

Bei Welle-Nabe-Verbindungen ist die Wahl des richtigen Werkstoffs von großer Bedeutung. Im Bereich rostfreier Konstruktionen bietet gerade Edelstahl unterschiedliche Möglichkeiten.

Edelstahl-ROSTFREI

erfreut sich großer Beliebtheit und bietet eine breite Palette an Einsatzmöglichkeiten. Edelstähle sind in heutiger Zeit zunehmend leicht zu verarbeiten und werden in der Industrie verstärkt eingesetzt. Edelstähle werden nach der Verwendung unterschieden, sprechen wir hier über Edelstähle, so sind hochlegierte, nicht rostende Stähle mit mehr als 12% Chrom gemeint. Diese zeichnen sich durch besondere Beständigkeit gegen chemisch angreifende Stoffe aus und werden gerade deshalb verstärkt in der maritimen Technik, für Laboreinrichtungen, Verpackungsmaschinen, in der Lebensmittelindustrie oder Wäschereitechnik eingesetzt. Edelstahl Rostfrei ist deshalb korrosionsfrei, weil sich beim Kontakt mit Sauerstoff auf der Oberfläche eine Passivschicht bildet. Diese macht Edelstahl A2 rost- und Edelstahl A4 rost- und säurebeständig. Standardmäßig werden die Güten A2 (als Chrom-Nickel-Legierung) und A4 (als Chrom-Nickel-Molybdän-Legierung) gehandelt. Diese kommen überall dort zum Einsatz, wo Reinheit und erhöhte Korrosionsgefahr wichtige Kriterien sind. Zur Erreichung besonderer Eigenschaften gibt es eine Vielzahl von Sonderlegierungen.



Hausmann+Haensgen GmbH & Co.KG
Antriebstechnik
Dipl.-Ing. Jörg Meyer
Abteilung Welle-Nabe-Verbindung /
Sicherheitskupplungen
Oumunde4
28757 Bremen

Da Maschinenelemente aus Edelstahl häufig immer noch Sonderanfertigungen sind, besteht das größte Handicap in der Beschaffung; der schnellen Verfügbarkeit und damit die Frage nach dem Lieferanten.

Das zeitgemäße Bremer Unternehmen Hausmann + Haensgen GmbH & Co.KG ist Spezialist auf dem Gebiet der Antriebstechnik und hat dieses Problem, insbesondere für **Welle – Nabe - Verbindungen**, frühzeitig erkannt und kommt den Forderungen der Industrie, nach akzeptablen Lieferzeiten und vertretbaren Preisen nach.

Funktionsprinzip

Konisches Spannelement

Die Welle-Nabe-Verbindung gehört mit den Wellen und Rädern zu den historisch ältesten Maschinenelementen. Unterschiedliche Anforderungen und Einsatzzwecke führten zu einer außerordentlich großen Anzahl von Lösungskonzepten. Darunter fällt auch die *konische Spannverbindung* (Kegelspannelement oder auch Spannsatz genannt).

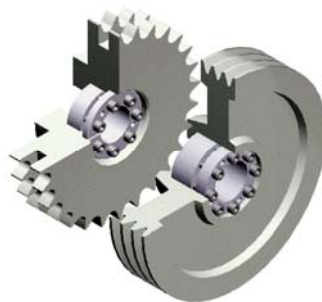


Abb.1: Kraftschluss innerhalb der Welle-Nabe-Verbindung

Hakon®-Spannelemente sind reibschlüssige und lösbare Welle-Nabe-Verbindungen, die Hausmann + Haensgen als einbaufertige Einheiten entsprechend der Anwendungsvielfalt in unterschiedlichen Bauformen für folgende Anwendungsmöglichkeiten anbietet.

- innenspannende Elemente (Spannsätze)
- außerspannende Elemente (Schrumpfscheiben)
- Wellenkupplungen
- Einschweißnaben
- Klemmnaben

Sie eignen sich zur Übertragung statischer, wechselnder oder stoßartig wirkender Kräfte und Momente. Die unterschiedlichen Bauformen bieten vielseitige Einsatzmöglichkeiten und werden wie folgt unterschieden:

- nach der Art des Kraftschlusses
- nach der Anzahl der Wirkflächenpaare



Abb.2: Kraftschluss außerhalb der Welle-Nabe-Verbindung

Durch axiales Verspannen werden die konischen Elemente radial verformt; üblicherweise sind die zum Verspannen verwendeten Schrauben im Spannsatz integriert. Nach Überwindung des Passungsspiels kommt es zum Aufbau einer hohen Anpresskraft zwischen Spannelement und Nabe bzw. Welle, die den erforderlichen Reibschluss bewirkt. Die Lage der Nabe kann bei hoher Rundlaufgenauigkeit axial und tangential frei festgelegt werden.

Charakteristische Eigenschaften

Spannelemente ersetzen Schrumpfsitze, Keil- und Passfedern sowie Polygon- und Vielkeilverbindungen zur Befestigung von Bauteilen, die Kräfte und Momente übertragen müssen.

- zur Übertragung von hohen Drehmomenten, Quer- und Längskräften
- geringe Kerbwirkung, keine Schwächung durch Nuten
- spielfrei, keine Gefahr des Ausschlagens
- selbstzentrierende Ausführungen
- Rundlaufgenauigkeit 0,02 bis 0,04 mm
- geringer Fertigungsaufwand von Welle und Nabe
- geringer Montageaufwand
- gute Wiederverwendbarkeit
- optimale Einstellarbeit und nachstellbar

**1.4305 oder 1.4571
Der Edelstahl-Spannsatz**

Hausmann + Haensgen beschäftigt sich seit mehr als 20 Jahren mit der Technik, der Produktion und dem Verkauf von Spannsätzen. Um Wasser, Luft, Gasen, Säuren und Laugen zu trotzen fertigen die Bremer auf modernen CNC-Automaten, neben den Standardelementen aus Werkstoff ST52 oder C45, Spannsätze aus Edelstahl – Rostfrei sowie Sonder-spannsätze nach eigenen Lösungen oder nach Kundenvorgaben.

Als Standardedelstahl werden die als unmagnetisch geltenden Stähle 1.4305 (AISI 303) oder 1.4301 (AISI 304) verwendet, beide haben eine gute Korrosionsbeständigkeit.

| | | | |
|---|----------|---|--|
| Auszug aus Krupp Edelstahlprofile | | NIROSTA® 4305 X8CrNi18-9 AISI 303 | |
| Nichtrostender austenitischer Chrom-Nickel-Stahl mit Schwefelzusatz | | | |
| Allgemeine Eigenschaften | | Hauptanwendung | |
| Korrosionsbeständigkeit: | mittel | - Automobilindustrie | |
| Mechanische Eigenschaften: | mittel | - Maschinenbau | |
| Schmiedbarkeit: | schlecht | - Armaturen | |
| Schweißbarkeit: | schlecht | - dekorative Zwecke | |
| Spanbarkeit: | sehr gut | - elektronische Ausrüstung | |

Sollte es mal aggressiver zugehen oder ist ein höherer Reinheitsgrad erforderlich, wird 1.4571 (AISI 316Ti) bzw. 1.4401 (AISI 316) eingesetzt. Diese sind jedoch wesentlich schwerer zu bearbeiten, was auf längere Fertigungszeiten und höhere Kosten hinausläuft.

| | | | |
|---|-----------------|---|--|
| Auszug aus Krupp Edelstahlprofile | | NIROSTA® 4571 X6CrNiMoTi17-12-2 AISI 316 Ti | |
| Nichtrostender austenitischer Chrom-Nickel-Molybdän-Stahl mit Titanstabilisierung | | | |
| Allgemeine Eigenschaften | | Hauptanwendung | |
| Korrosionsbeständigkeit: | sehr gut | - Apparate- und Rohrleitungsbau | |
| Mechanische Eigenschaften: | mittel | - Bauindustrie | |
| Schmiedbarkeit: | gut | - chemische Industrie | |
| Schweißbarkeit: | ausgezeichnet | - Lebensmittelindustrie | |
| Spanbarkeit: | mittel-schlecht | - Maschinenbau | |
| | | - medizinische Industrie | |
| | | - Schiffbau | |

**Bessere Eigenschaften mit
Durch niedrigem Kohlenstoffgehalt**

Durch die Fortschritte in der Herstellung der rostfreien Stähle, besonders die Absenkung des Kohlenstoffgehaltes zu sehr niedrigen Werten, hat 1.4404 fast alle titanstabilisierten Güten vom Typ 1.4571 ersetzt. Die Beständigkeit gegen interkristalline Korrosion ist im Vergleich zu den titanstabilisierten Güten gleichwertig und aufgrund der Abwesenheit von Titan ist der Werkstoff nach dem Schweißen nicht von der sogenannten Messerlinienkorrosion betroffen. Im Gegensatz zu den titanstabilisierten Güten hat 1.4404 eine bessere Oberfläche und kann sowohl mechanisch als auch elektrolytisch poliert werden. Aufgrund des Fehlens von Titan und den daraus resultierenden Ausscheidungen, ist 1.4404 wesentlich besser spanbar, was sich auch in höheren Werkzeuggeschwindigkeiten und längeren Werkzeuglebensdauern äußert.

NIROSTA - 4462 gehört zur Familie der DUPLEX-Stähle.

Dieser Stahl zeichnet sich durch eine höhere Korrosionsbeständigkeit aus als z.B. der austenitische 1.4404. Damit verbunden liegt die Streckgrenze um etwa 150% höher.

Magnetische, ferritische und martensitische Stähle

Wenn 13%ige Chromstähle sich hinsichtlich Zähigkeit und Korrosionsbeständigkeit als ungenügend erweisen bietet sich die Verwendung von NIROSTA_1.4057, einem nichtrostenden, martensitischen Chrom - Stahl mit Nickelzusatz an.

Anzugsmoment beachten

Trotz guter mechanischer Eigenschaften ist jedoch zu beachten, dass Spannsätze aus nicht rostendem Material im Durchschnitt nur 40% der üblichen Übertragungswerte erreichen. Maßgebend hierfür sind die mechanischen Eigenschaften der Spannschrauben. In der Festigkeitsklasse A70, mit 450N/mm² Dehngrenze, liegen diese weit unter den Festigkeitswerten hochfester Stahlschrauben. Die gängigen Stahlgruppen A2 und A4 haben hierauf keinen Einfluss. In der Regel reichen die erlangten Übertragungswerte, da Spannsätze durch ihre Funktionen mehr als Passfederverbindungen übertragen, aber aus.



Um im Zweifelsfall höhere Werte an Drehmoment und Axialkraft zu erlangen, können die Elemente von Hausmann+ Haensgen mit denen im Handel nicht so gängigen Schrauben der Festigkeitsklasse A80(600N/mm²) ausgerüstet werden. Die Übertragungswerte lassen sich zusätzlich durch Veränderung des Gewindereibwertes beeinflussen. Durch Verwendung von Speziialschmiermittel können die Reibungszahlen der Spannschrauben verringert werden, es gilt: Je kleiner der Gewindereibwert (üblich $\mu=0,14$), desto größer die erzeugbare Vorspannkraft bei kleinerem Anzugsmoment. Allerdings sind die Reibungswerte und der Streubereich der Reibungswerte bei Verbindungselementen aus Edelstahl rostfrei wesentlich höher als bei vergüteten Stahlschrauben. Durch festere Schrauben und verbesserter Reibungszahlen lassen sich die Übertragungswerte maximal auf 55% der üblichen Werte steigern.

Vergleich

Und doch ergeben sich Vorteile, da die Umgebungsstruktur meistens auch in rostfreier Qualität ausgeführt wird, werden Welle und Nabe nicht zu stark durch das Spannelement belastet. So lassen sich auch unter Beachtung der erzeugten Flächenpressungen Riemenscheiben oder andere Naben aus Aluminiumwerkstoff mit einem Spannsatz gefahrlos auf der Welle befestigen.

Chemisch vernickelt

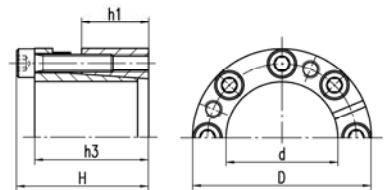
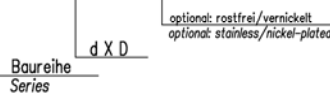
Chemisch vernickelte Elemente gelten als Alternative, sofern es sich nur um den Korrosionsschutz handelt und dieser den Anforderungen entspricht. Die auf der Werkstückoberfläche abgelagerten, neutralen Metallatome ergeben, mit einer Schichtstärke von 25µm, einen guten Korrosionsschutz.

hakon Spannsätze
Locking Assemblies

Baureihe 131
Series 131

Bestellbeispiel
Example for ordering

BR 131 50 X 80 - RF / V



- M_t = Übertragbares Drehmoment [Nm]
- F_{ax} = Übertragbare Axialkraft [kN]
- p_w = Flächenpressung an der Welle [N/mm²]
- p_n = Flächenpressung in der Nabe [N/mm²]
- M_a = Anzugsmoment der Spannschrauben [Nm]

| Abmessungen [mm] | | | | | Übertragungswerte | | | | Spannschrauben | | | Gewicht [kg] |
|--|----|----|----------------|----------------|-------------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------|
| Basic dimensions | | | | | Operating datas | | | | Locking screws | | | Weight |
| d | D | H | h ₁ | h ₃ | M _t | F _{ax} | p _w | p _n | i | d _s | M _a | m (ca.) |
| Standardmaterial mit Spannschrauben der Festigkeitsklasse 12.9 | | | | | | | | | | | | |
| 50 | 80 | 58 | 30 | 50 | 3311 | 132 | 247 | 154 | 8 | M8 | 41 | 1,05 |
| Edelstahl-Rostfrei mit Spannschrauben der Festigkeitsklasse A70 | | | | | | | | | | | | |
| 50 | 80 | 58 | 30 | 50 | 1413 | 57 | 105 | 66 | 8 | M8 | 17,5 | 1,05 |

Einzel oder Serie

Wir alle wissen, gegenwärtig spielt auf dem Beschaffungsmarkt der Preis eine äußerst wichtige Rolle. Um wettbewerbsfähig zu bleiben müssen sich die Hersteller dem Marktgeschehen anpassen, jedoch nicht auf Kosten der Qualität, so die Philosophie von Hausmann + Haensgen. Bei der Edelstahlproduktion und Sonderteilefertigung von HAKON-Spannsätzen wurde auf Einzel- und Kleinserienproduktion gesetzt. Neben vertretbaren Einzelteilpreisen reduzieren sich bereits ab einer Kleinserie von fünf Stück die Fertigungszeiten so, dass akzeptable Erstausrüsterpreise erzielt werden.

Lieferzeit

Bemerkenswert sind auch die realisierbaren Lieferzeiten für rostfreie Elemente. Die Bevorratung wird stets weiter ausgebaut und somit ist ein Großteil der Edelstahlspannsätze bereits heute ab Lager verfügbar. Bauteile aus der Fertigung sind nach acht bis 10 Werktagen lieferbar. Die gesamte HAKON-Produktpalette ist in den letzten Jahren stets erweitert und konstruktiv verbessert worden. Sie umfasst 20 Standardbaureihen, die durch Sonderbauformen und Sonderabmessungen ergänzt wird.

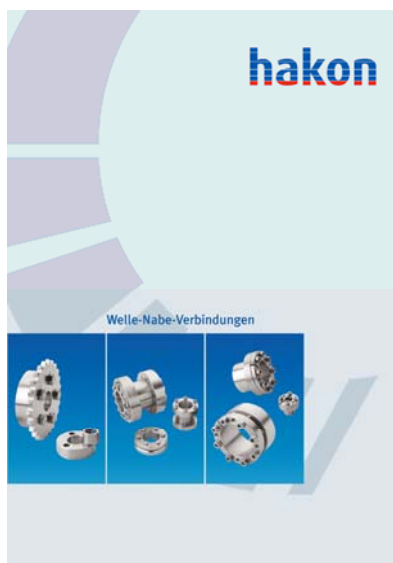
Zollabmessungen stets auf Anfrage. Alle Baureihen sind sowohl aus *rostfreiem Stahl* als auch *chemisch vernickelt* erhältlich.



Mit dem Einsatz von Edelstahl Rostfrei sichern Sie sich unvergängliche Produktqualität, gleich bleibend schöne Optik und wartungsfreie Sicherheit.

Alles auf einem Blick

Der neue informative und kompakte Katalog von Hausmann+Haensgen kann jetzt kostenlos angefordert werden.



Technisch überzeugend und übersichtlich gegliedert ist der bekannte Hakon-Katalog mit neuen Baureihen und dem „System ZR“, eine Einheit aus Zahnriemenscheibe und Spannsatz, ergänzt worden. Ausführliche technische Informationen und grundlegende Berechnungsmethoden helfen bei der Auslegung und der Gestaltung ihrer Konstruktion.

Fordern Sie Ihr persönliches Exemplar telefonisch unter 0421/ 65 85 00 oder per Email unter hakon@hausmann-haensgen.de an. Außerdem stehen der vollständige Katalog sowie wichtige Auszüge aus diesem unter www.hakon-spannsaetze.de zum download bereit.

